



НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 699.822

DOI: 10.52957/27821919_2022_2_29

Исследование расхода инъекционных составов в ремонтпригодных системах гидроизоляции фундаментов

В.Н. Шалимов, А.В. Цыбенко, И.Н. Гоглев

Владимир Николаевич Шалимов

АО «ТЕХНОНИКОЛЬ», Москва, Российская Федерация

shalimov@tn.ru

Алексей Васильевич Цыбенко

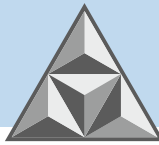
АО «ТЕХНОНИКОЛЬ», Москва, Российская Федерация

cybenko@tn.ru

Илья Николаевич Гоглев

АО «ТЕХНОНИКОЛЬ», Москва, Российская Федерация

goglev@tn.ru



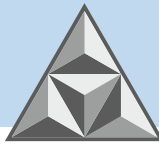
В статье рассмотрено применение полимерных гидроизоляционных мембран на основе ПВХ в ремонтпригодных системах гидроизоляции фундаментов. Рассмотрены основные свойства полимерных гидроизоляционных мембран, которые характеризуют возможность их использования в подобных системах. Приведены примеры объектов и условий строительных площадок, на которых рекомендуется использование ремонтпригодных систем (указанные системы применяют в наиболее сложных условиях строительства, а главная их особенность – возможность выполнения ремонта в период эксплуатации построенного объекта). Подробно рассмотрен процесс монтажа двухслойной системы гидроизоляции, а также используемое оборудование и комплектующие. Проведено два эксперимента по определению расхода инъекционных составов для ремонта герметичных карт в условиях строительной лаборатории и их пригруза. В предварительно подготовленные герметичные карты размером 2х2 м в условиях пригруза закачивались ремонтные составы на основе акрилатов. Карта № 1 состояла из двух слоёв ПВХ-мембраны, одна из которых была с фактурной поверхностью. Карта № 2 состояла из двух слоёв ПВХ-мембраны с сигнальным слоем, между которыми был уложен разделительный слой из иглопробивного геотекстиля. В дальнейшем замерялись параметры расходов инъекционных составов. По результатам проведения эксперимента выявлено, что наиболее оптимальным является применение двухслойных систем гидроизоляции фундаментов, с мембранами с плоской и фактурной поверхностями. Это связано с использованием (в качестве верхнего слоя) мембраны с фактурной поверхностью, благодаря чему распределение ремонтного инъекционного состава в условиях нагрузки на карту является наиболее равномерным. Проведенные исследования также показали преимущества двухслойных систем гидроизоляции по сравнению с однослойными.

Ключевые слова: бетон, железобетон, коррозия, карбонизация, ПВХ, полимерные мембраны, гидроизоляция, ремонтпригодность

Для цитирования:

Шалимов В.Н., Цыбенко А.В., Гоглев И.Н. Исследование расхода инъекционных составов в ремонтпригодных системах гидроизоляции фундаментов // *Умные композиты в строительстве.* 2022. Т. 3, № 2. С. 29-44 URL: http://comincon.ru/index.php/tor/issue/view/V3N2_2022

DOI: 10.52957/27821919_2022_2_29



RESEARCH PAPER

DOI: 10.52957/27821919_2022_2_29

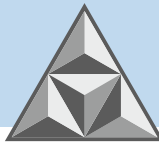
Investigation of the Consumption of Injection Formulations in Maintainable Waterproofing Systems of Foundations

V.N. Shalimov, A.V. Cybenko, I.N. Goglev

Vladimir N. Shalimov
JSC «TECHNONICOL», Moscow, Russia
shalimov@tn.ru

Aleksey V. Cybenko
JSC «TECHNONICOL», Moscow, Russia
cybenko@tn.ru

Il'ya N. Goglev
JSC «TECHNONICOL», Moscow, Russia
goglev@tn.ru



The article discusses the use of PVC-based polymer waterproofing membranes in maintainable waterproofing systems of foundations. The main properties of polymer waterproofing membranes, which characterize the possibility of their use in such systems, are considered. Examples of objects and conditions of construction sites where the use of maintainable systems is recommended are given (these systems are used in the most difficult construction conditions, and their main feature is the ability to perform repairs during the operation of the constructed object). The process of installation of a two-layer waterproofing system, as well as the equipment and components used, is considered. 2 experiments were conducted to determine the consumption of injection formulations for the repair of sealed cards in a construction laboratory and their loading. Repair compositions based on acrylates ended up in pre-prepared sealed cards with a size of 2x2 m in the conditions of loading. In the future, the parameters of the consumption of injection formulations were measured. Card no. 1 consisted of two layers of PVC membrane, one of which had a textured surface. Card no. 2 consisted of two layers of PVC membrane with a signal layer, between which a separating layer of needle-punched geotextile was laid. According to the results of the experiment, it was revealed that the most optimal is the use of 2-layer waterproofing systems of foundations, with membranes with flat and textured surfaces. This is due to the use (as the top layer) of a membrane with a textured surface, so that the distribution of the repair injection composition under load conditions on the card is the most uniform. The conducted studies also have shown the advantages of two-layer waterproofing systems in comparison with single-layer ones.

Key words: concrete, reinforced concrete, corrosion, carbonation, PVC, polymer membranes, waterproofing, maintainability

For citation:

Shalimov, V.N., Cybenko. A.V. & Goglev, I.N. (2022) Investigation of the consumption of injection formulations in maintainable waterproofing systems of foundations, *Smart Composite in Construction*, 3(2), pp. 29-44 [online]. Available at: http://comincon.ru/index.php/tor/issue/view/V3N2_2022 (In Russian)

DOI: 10.52957/27821919_2022_2_29



ВВЕДЕНИЕ

При строительстве зданий и сооружений повышенного уровня ответственности (например, класс сооружения КС-3, согласно ГОСТ 27751-2014) [1, 2] в сложных условиях строительной площадки (например, в зонах пойм рек) требуется наилучшая защита бетонных и железобетонных конструкций от действия подземных вод. В случае если защита будет недостаточной, возможно проникновение влаги и начало процесса коррозии бетона и арматуры в железобетонных конструкциях (рис. 1) [3, 4].



Рис. 1. Коррозия железобетонной конструкции фундамента (подушки сборного ленточного фундамента). На фото - нарушение защитного слоя бетона, с последующим оголением и коррозией арматуры

Fig. 1. Corrosion of the reinforced concrete construction of the foundation (the prefabricated strip foundation pad). In the photo - the disturbance of the protective layer of concrete, followed by denudation and corrosion of reinforcement

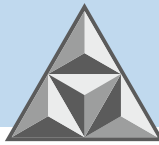
Опасность процесса коррозии состоит в нарушении защитного слоя бетона и коррозии стальной арматуры, что снижает несущую способность и долговечность сжатых железобетонных элементов [3-5].

Коррозия в данном случае представлена различными химическими процессами (например, карбонизацией и воздействием хлоридов, которые действуют часто совместно). Ремонт и восстановление конструкций фундамента в запущенных случаях протекания таких процессов – дорогостоящее мероприятие [5-7], поэтому надежная защита должна обеспечиваться сразу, на этапе заложения материалов.

Именно поэтому толщина защитного слоя бетона для конструкций фундаментов может быть различной и регламентируется нормативными документами, в частности СП 63.13330.2018, п. 10, п.п. 10.3, табл. 10.1 [8-10].

Использование полимерных мембран в качестве гидроизоляции конструкций на данный момент не является новым событием, поскольку они успешно применяются в качестве гидроизоляционного покрытия кровель [11] и фундаментов. По своим характеристикам полимерные гидроизоляционные мембраны, как и другие виды гидроизоляции, относятся к вторичной защите бетона (согласно п. 3.6 ГОСТ 31384-2017 и п. 4.4 СП 229.1325800.2014), к подвиду оклеечных/облицовочных покрытий (п. 9.3, ГОСТ 31384-2017) или пластмассовой гидроизоляции (п. 4.4 СП 229.1325800.2014), а поэтому они должны обладать высокой устойчивостью к агрессивным средам (п. 9.14, ГОСТ 31384-2017) [12, 13].

Наиболее классическими и распространенными являются полимерные мембраны



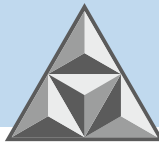
на основе пластифицированного поливинилхлорида (ПВХ). Это связано с известностью и большим объёмом производства данного полимера, а также с его уникальными химическими и физико-механическими свойствами [11, 14-16].

Рассмотрим данные свойства на примере полимерной мембраны в таблице 1.

Таблица 1. Часть физико-механических характеристик одной из марок ПВХ-мембран толщиной 2 мм, с сигнальным слоем

Table 1. Some physical and mechanical characteristics of one of the brands of PVC membranes with a thickness of 2 mm, with a signal layer

Наименование показателя	Ед. изм.	Критерий	Значение при толщине 2,0 мм	Метод испытаний
Масса на единицу площади	кг/м ²	-	2,7	ГОСТ EN 1849-2-2011
Условная прочность при растяжении, метод В	МПа	не менее	16	ГОСТ 31899-2-2011 (EN 12311-2:2000)
вдоль рулона				
поперек рулона				
Удлинение при максимальной нагрузке	%	не менее	320	
Сопротивление разрыву стержнем гвоздя	Н	не менее	150	ГОСТ 31898-1-2011 (EN 12310-1:1999)
Гибкость при пониженной температуре	°С	не более	-35	ГОСТ EN 495-5-2012
Гибкость на брусе радиусом 5 мм	°С	не более	-45	ГОСТ 2678-94
Сопротивление динамическому продавливанию при отрицательных температурах	°С	не более	-30	СТО 72746455-3.4.3-2015
Прочность сварного шва на разрыв	Н/50 мм	не менее	600	ГОСТ Р 56911-2016 (EN 12317-2:2010)
Сопротивление динамическому продавливанию (ударная стойкость)	мм	не менее	1400	ГОСТ 31897-2011 (EN 12691:2006)
по твердому основанию				
по мягкому основанию				
Водопоглощение по массе	%	не более	0,1	ГОСТ 2678-94
Коэффициент трения бетона на поверхности мембраны	-	-	0,6	ГОСТ 11629-2017
Водонепроницаемость при долговременном сжатии 40 МПа в течение 96 часов	-	-	1 МПа в течение 24 ч	ГОСТ EN 1928-2011, метод В
Хим. стойкость после выдержки в агрессивных средах:	%	Изменение свойств не более	10	ГОСТ Р 56910-2016 /EN 1847:2009
раствор соли хлорида натрия NaCl				
раствор щелочи Ca(OH) ₂				
раствор сернистой кислоты H ₂ SO ₃				
раствор серной кислоты H ₂ SO ₄				
Коэффициент диффузии радона	м ² /с	не более	5,5×10 ⁻¹¹	Методика НИИСФ РААСН
Проницаемость метана	м ³ (н.у)/ (м ² ×ч×атм)	не более	1,1×10 ⁻⁶	Методика НИИСФ РААСН



Одним из наиболее полезных свойств ПВХ-мембран является их высокая прочность на астяжение (рис. 2, табл. 1) при удлинении до 350%, а также химическая стойкость (см. табл. 1). Благодаря высокому показателю прочности на растяжение ПВХ-мембраны способны под нагрузкой принимать форму основания без нарушения водонепроницаемости рис. 3). Помимо перечисленного, ПВХ-мембраны обеспечивают защиту железобетонных конструкций и внутреннего объёма фундамента от радона и метана, что подтверждается проведенными исследованиями.

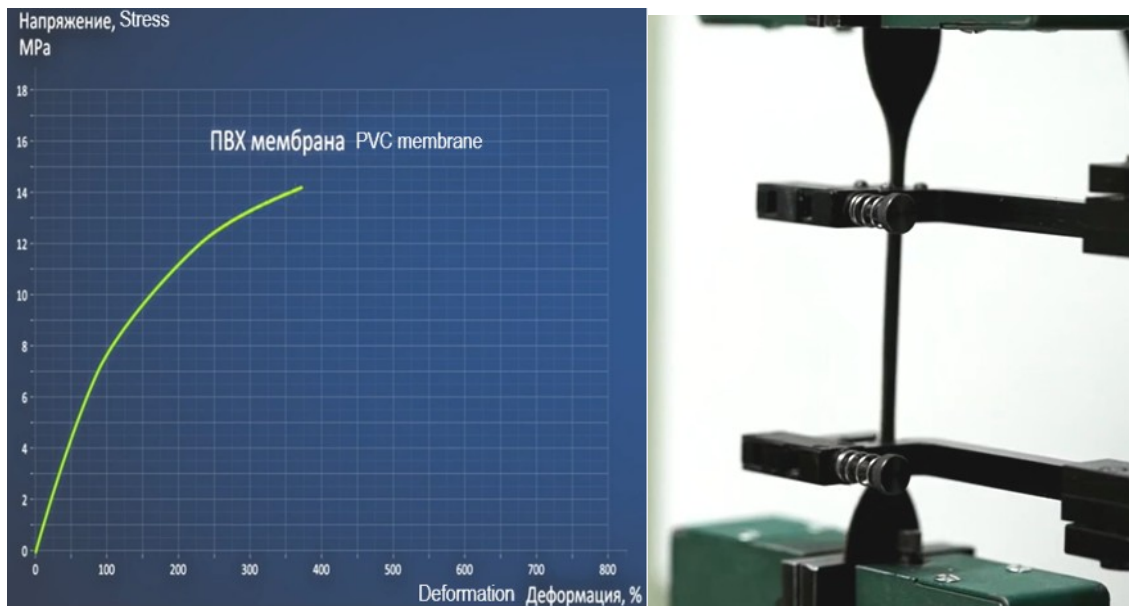


Рис. 2. Пример испытания образца неармированной ПВХ-мембраны на разрывной машине
Fig. 2. Illustration of testing a sample of non-reinforced PVC membrane on a breaking machine

Подобные физико-механические характеристики определили область применения неармированных ПВХ-мембран, которые успешно используются в системах гидроизоляции фундаментов [14, 15]. Сочетание большого числа физико-механических характеристик (например, высокой пластичности и прочности сварных швов) позволяет выполнять из мембран ремонтпригодные системы гидроизоляции.

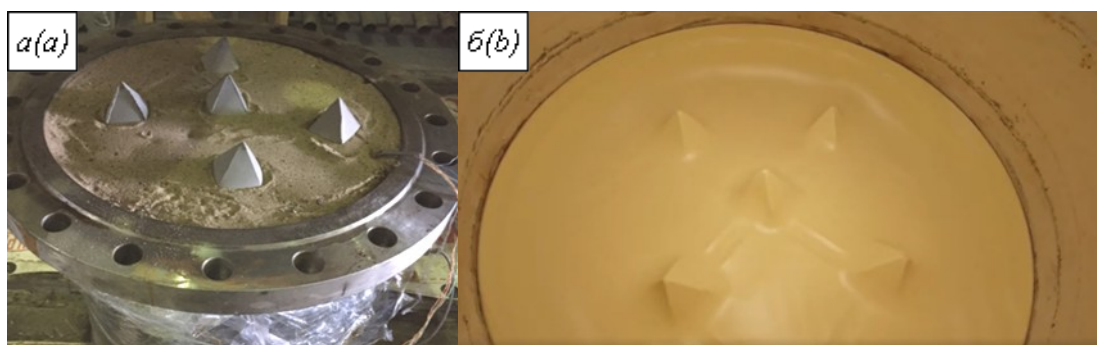


Рис. 3. *a* – испытание работы ПВХ-мембраны в условиях имитации неровного основания в герметичной камере (давление воды составляет 2 МПа при длительности 24 часа);
б – образец мембраны принимает форму основания

Fig. 3. *a* – testing the operation of a PVC membrane under conditions of imitation of an uneven base in a hermetic chamber (water pressure is 2 MPa during 24 hours); *b* – the membrane sample takes the form of a base



В основном гидроизоляционные мембраны на основе пластифицированного ПВХ используют на уникальных объектах или объектах повышенного уровня ответственности, например, на высотных жилых комплексах, строящихся в зоне поймы реки (рис. 4, а), транспортных тоннелях (рис. 4, б) [14-18] или атомных электростанциях. Иными словами, условия строительной площадки могут иметь песчаные/глинистые грунты и любой уровень подземных вод.

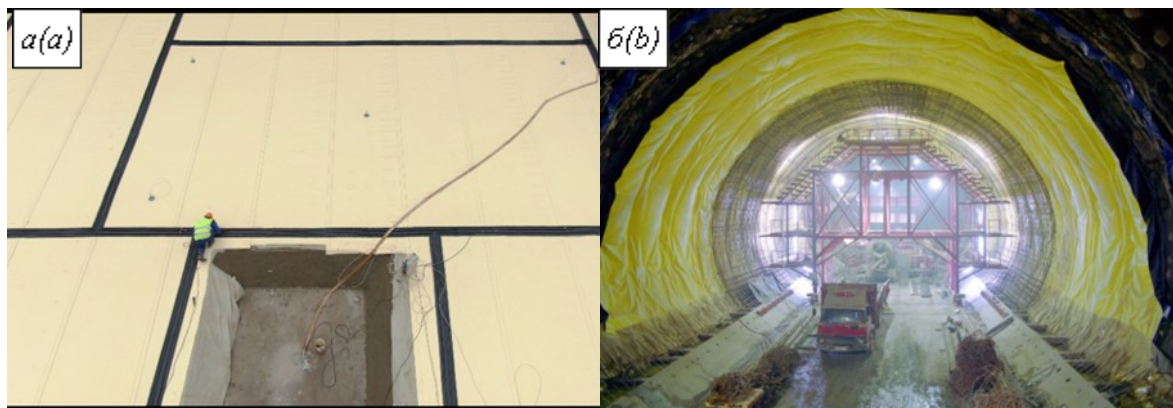


Рис. 4. а – устройство однослойной ремонтпригодной системы гидроизоляции фундамента с ПВХ-мембраной и гидрошпонками; б – применение ПВХ-мембраны для гидроизоляции строящегося тоннеля метро

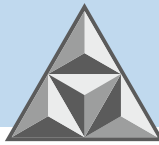
Fig. 4. а – laying a single-layer maintainable waterproofing system of the foundation with a PVC membrane and waterstops; б – the use of a PVC membrane for waterproofing a subway tunnel under construction

Порядок монтажа двухслойной ремонтпригодной системы с ПВХ-мембранами:

- устройство бетонной подготовки;
- подготовка поверхности (обязательно отсутствие острых кромок и участков каверн/раковин в поверхности бетона);
- свободная укладка геотекстиля плотностью 300–500 г/м² на поверхность бетонной подготовки;
- укладка первого слоя ПВХ-мембраны (с гладкой поверхностью);
- сварка первого слоя мембраны (нахлест для автоматического оборудования составляет обычно 10–12 см); проверка герметичности швов визуально и инструментально;
- укладка и сварка 2-го слоя мембраны (с фактурной поверхностью); проверка герметичности швов;
- сварка 1-го и 2-го слоёв мембраны между собой, с образованием герметичных карт площадью не более 150 м²;
- аккуратный монтаж угловых штуцеров из ПВХ (количество штуцеров – 5 шт. на 1 карту 150 м²); монтаж элементов инъекционной системы (трубок, фитингов);
- проверка системы методом вакуумного контроля (откачка воздуха из карт);
- укладка геотекстиля на гидроизоляцию. В дальнейшем монтаж защитной стяжки.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Ремонтпригодная система гидроизоляции – это система, выполнить ремонт (восстановление целостности гидроизоляционного материала) которой возможно прямо на этапе эксплуатации построенного здания или сооружения (рис. 9, б) [14, 17, 18].



Сварка полимерных мембран осуществляется автоматическими (рис. 5, а), полуавтоматическими (рис. 5, б) и ручными фенами (горячим воздухом). Автоматическое оборудование позволяет контролировать температурный режим сварки в зависимости от погодных условий и при этом оснащено прижимными роликами и автоматическим приводом (см. рис. 5, а) [14, 17, 18].

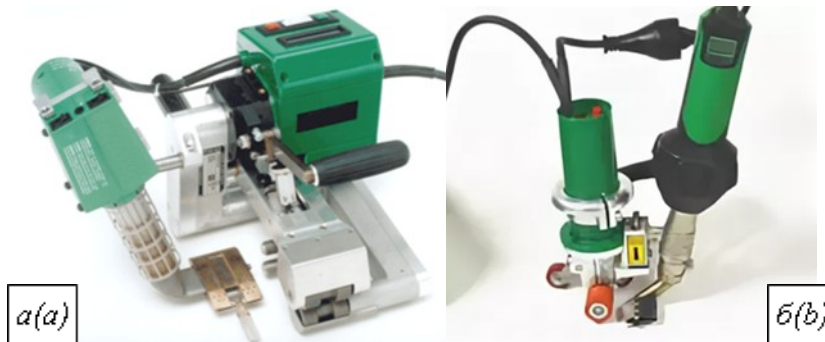


Рис. 5. а – одна из моделей сварочного автомата горячего воздуха; б – пример полуавтоматического сварочного аппарата

Fig. 5. а – one of the models of a hot air welding machine; б – an example of a semi-automatic welding machine

Применение автоматического оборудования позволяет снизить влияние «человеческого фактора» при сварке мембран.

Перед проведением экспериментов необходимо дать понятие об основных комплектующих для устройства систем гидроизоляции из ПВХ-мембран. Важно отметить, что свариваемые материалы должны быть выполнены из одного полимера (т.е. ПВХ + ПВХ, т.к. сварить мембраны из полиэтилена и ПВХ не получится ввиду их разных свойств (в первую очередь состава и температуры плавления)).

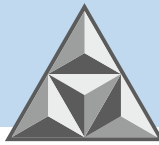
Основные комплектующие представлены на рис. 6.



Рис. 6 Комплектующие, применяемые для устройства ремонтпригодных систем гидроизоляции фундамента

Fig. 6. Components used for the installation of maintainable waterproofing systems of the foundation

Для проведения испытаний использовались следующие материалы и оборудование: полимерные мембраны толщиной 1,5 и 2 мм с сигнальным слоем (рис. 7, а); полимерная мембрана толщиной 1,6 мм с фактурной поверхностью (рис. 7, б, в); геотекстиль иглопробивной плотностью 150–500 г/м²; угловые инъекционные штуцера из ПВХ; соединительные фитинги;



акрилатные инъекционные гели; автоматический сварочный аппарат Leister Varimat V2 (40 мм, 400 В); ручной сварочный аппарат Leister Triac ST; пневматический поршневой инъекционный насос БМ 1425 в комплекте с компрессором.



Рис. 7. *a* – ПВХ-мембрана с сигнальным слоем (1-й слой); *б* – ПВХ-мембрана с фактурной поверхностью (2-й слой); *в* – фактурная поверхность мембраны

Fig. 7. *a* – PVC membrane with a signal layer (1st layer); *b* – PVC membrane with a textured surface (2nd layer); *c* – textured membrane surface

Для испытания были выполнены два типа «карт» из гидроизоляционных мембран LOGICBASE размером 2000x2000 мм (рис. 8).

Карта 1 получена путем сварки по периметру двух слоев гидроизоляционного материала LOGICBASE V-SL («гладкая» мембрана, 1-й слой) и LOGICBASE V-ST с фактурной поверхностью (2-й слой). Угловые штуцера приваривались к поверхности второго гидроизоляционного слоя (см. рис. 8, б).

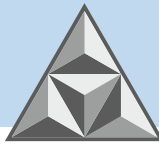


Рис. 8. *a* – подготовка к испытанию карты № 1; *б* – подготовка к испытанию карты № 2

Fig. 8. *a* – preparation for the test of card no. 1; *b* – preparation for the test of card no. 2

Карта 2 получена путем сварки по периметру двух слоев гидроизоляционного материала LOGICBASE V-SL «гладкая мембрана» (1-й слой) и LOGICBASE V-SL «гладкая мембрана» (2-й слой). Между слоями 1 и 2 выполняли размещение прослойки из геотекстильного материала с последующей установкой на поверхность второго слоя инъекционных штуцеров (см. рис. 8, б).

Штуцера установлены в количестве 2 шт. на карту 1 в диагонально противоположных углах. После изготовления карт они были размещены на поверхности бетонного пола произ-



водственной площадки и прогружены паллетами с готовой продукцией в количестве 4 паллеты на одну карту. Вес каждой паллеты составляет 1 тонну. В качестве распределяющего нагрузку слоя на испытательных картах перед установкой паллет было устроено покрытие из древесно-листового материала (OSB) (рис. 9, а). После пригрузки карт в образованные полости между слоями гидроизоляционных мембран были поданы инъекционные ремонтные составы на основе акрилатных гелей (рис. 9, б).

Исходя из теоретической постановки задачи сравнивалось количество подаваемого ремонтного состава. Общий объём акрилатного геля был поровну разделен на две карты. Его подача в каждую из карт прекращалась по заполнении половины объёма. После подачи геля производилась выдержка (по времени 40–50 мин) для полимеризации поданного состава, после чего нагрузка снималась и производилось вскрытие смонтированных герметичных карт (рис. 10, а, б).

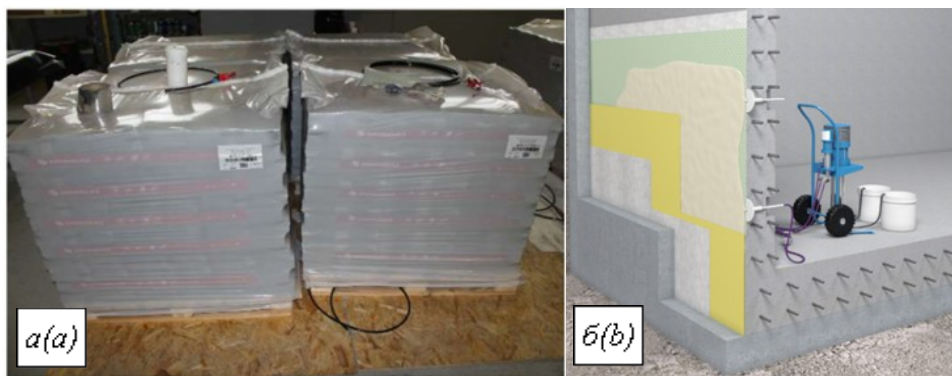


Рис. 9. а – «пригрузка» карт № 1 и № 2 паллетами с грузом; б – схематичное изображение подачи инъекционного состава между слоями мембран

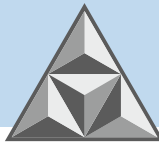
Fig. 9. a – "surcharging" of cards no. 1 and no. 2 with pallets with cargo; b – schematic representation of the injection composition between the membrane layers

ВЫВОДЫ

По результатам проведенных испытаний в таблице 2 представлены полученные данные фактического расхода инъекционных составов для каждой из карт.

Из таблицы 2 можно видеть, что время подачи и расход геля в карту № 2, образованную двумя слоями «гладкой» мембраны и геотекстильным материалом, увеличены более чем в 1,5 раза. Увеличение расхода может быть объяснено толщиной геотекстиля 150 г/м^2 1,7-2,0 мм, который увеличивает объём в полости между мембранами до $0,008 \text{ м}^3$ (или на 8 литров), в то время как мембрана с фактурной поверхностью создает объём $0,0024 \text{ м}^3$ (или 2,4 л). Разница между объёмами отличается более чем в 3,5 раза. Помимо этого, геотекстиль обладает не сплошной структурой (материал содержит поры и обладает проницаемостью), поэтому под давлением геля начинает им «напитываться», значительно затрудняя дальнейшее прохождение геля и его расход в местах неплотного прижима (рис. 10, б, 11, б).

Геотекстиль в силу «гладко-пористой» поверхности под нагрузкой плотно прижимается к мембране, что затрудняет прохождение геля. Это приводит к увеличению времени прохождения геля через карту № 2. В отличие от геотекстиля, «текстурированная» мембрана, поверхность которой выполнена в виде выступов высотой 0,5-0,6 мм, не позволяет слоям плотно прижиматься и слипаться под нагрузкой. Благодаря выступам между мембранами создаются сплошные «каналы» для равномерного распространения акрилатного состава (см. рис. 10, а).

**Таблица 2.** Параметры подачи инъекционных составов**Table 2.** Parameters of injection formulations supply

Параметр	Карта № 1	Карта № 2
	LOGICBASE V-SL + LOGICBASE V-ST	LOGICBASE V-SL + геотекстиль + LOGICBASE V-SL
Давление подачи жидкости (макс.), бар	25–60	25–60
Время подачи от штуцера к штуцеру* (макс.), мин	16	25
Количество поданного раствора** (макс.), л	15	25
Время реакции состава, с	120	
Температура в помещении, °С	23	

Примечания:

*Время подачи обусловлено производительностью воздушного компрессора, плотностью прижима мембраны и штуцеров.

**Количество поданного состава обусловлено плотностью прижима мембраны и штуцеров. Т.к прижим мембраны обеспечен неравномерно (по причине того, что распределяющий нагрузку слой выполнен из листов OSB с отверстиями), а применяемые для «пригруза» паллеты не имеют сплошного основания, то расход геля значительно увеличен из-за «поднимания» мембраны и «надувания» штуцеров. На реальных строительных объектах, в условиях плотного прижима мембраны бетоном, наблюдается значительно меньший расход, что объясняется равномерным прижимом мембраны.

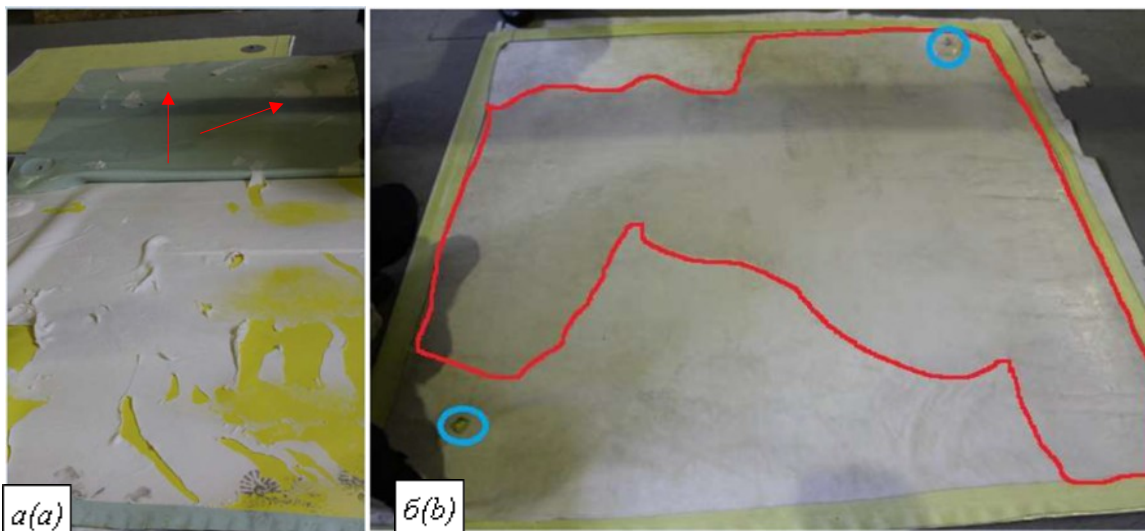
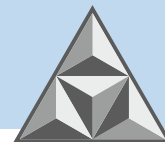


Рис. 10. *a* – распределение инъекционного состава в карте № 1. Карта заполнена примерно на 80–85% (стрелками показаны участки адгезии к верхнему слою в системе);

б – распределение инъекционного состава в карте № 2 (красным указана фактическая зона распределения состава по слою геотекстиля ~ 60–65%)

Fig. 10. *a* – distribution of the injection composition in the card no. 1. The card is filled by ~80–85% (the arrows show the areas of adhesion to the upper layer in the system); *b* – distribution of the injection composition in the card no. 2 (red line indicates the actual zone of the composition distribution on the geotextile layer ~ 60–65%)

По результатам проведенных исследований можно отметить, что наличие прослойки из геотекстильного материала в карте № 2 препятствует равномерному заполнению внутреннего объема полости между ПВХ-мембранами, а также способствует «нарастанию толщины» инъектируемого состава. Применение карты № 1 с мембранами LOGICBASE V-SL + LOGICBASEV-ST более эффективно, поскольку поверхность одной из мембран фактурная



и не позволяет «слипаться» мембранам под нагрузкой.

Система с этими мембранами обладает следующими преимуществами:

- уменьшает количество инъекционного состава благодаря равномерному распространению по поверхности мембран;
- сокращает время подачи инъекционного состава;
- способствует наилучшему заполнению карты акрилатным гелем.

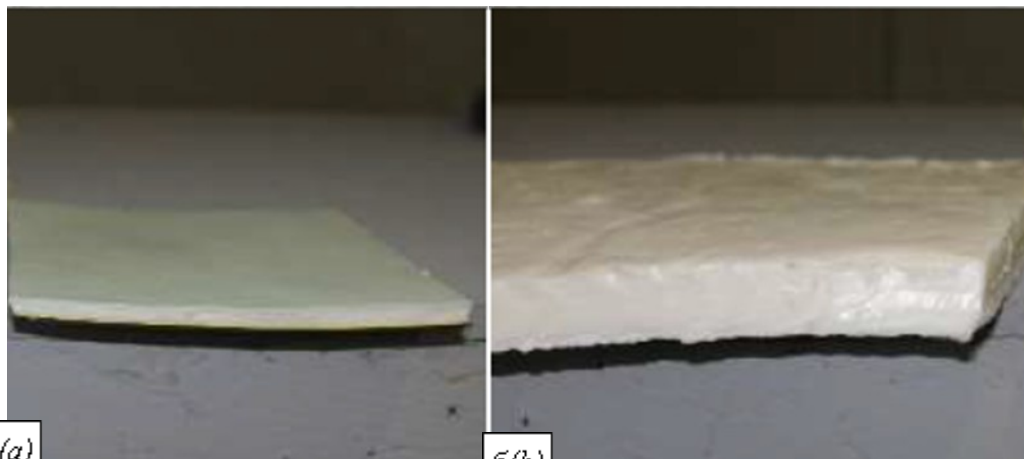


Рис. 11. *a* – наибольшая толщина инъекционного состава в карте № 1 составляет 2-2,5 мм; *б* – наибольшая толщина инъекционного состава в карте № 2 составляет 25 мм (акрилатный гель вырезан в месте наибольшего утолщения)

Fig. 11. *a* – the greatest thickness of the injection composition in the card no. 1 is 2-2.5 mm; *b* – the greatest thickness of the injection composition in the card no. 2 is 25 mm (the acrylate gel is cut out at the place of the greatest thickening)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Кловский А.В., Мареева О.В.** Особенности проектирования объектов повышенного уровня ответственности при пограничных значениях сейсмичности площадки строительства // *Природообустройство*. 2018. № 3. С. 63-69.
2. **Кирилов А.Н., Пастушак С.М.** Инженерно-геологические условия строительства фундаментов в пойме рек Везёлка и Северский Донец в г. Белгороде // *Успехи современного естествознания*. 2011. № 11. С. 97-98.
3. **Goglev I.N.** A new promising method for detecting carbonization of reinforced concrete building structures during inspections // *Smart Composite in Construction*. 2021. Т. 2, № 4. С. 35-45.
4. **Румянцева В.Е., Гоглев И.Н., Логинова С.А.** Применение полевых и лабораторных методов определения карбонизации, хлоридной и сульфатной коррозии при обследовании строительных конструкций зданий и сооружений // *Строительство и техногенная безопасность*. 2019. № 15(67). С. 51-58.
5. **Румянцева В.Е., Гоглев И.Н.** Особенности процесса коррозии бетона и железобетона, осложнённого воздействием хлоридов и углекислого газа // *Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций: материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки Российской Федерации, академика РААСН, доктора технических наук, профессора Соломатова Василия*



- Ильича. Саранск: Изд-во Нац. исслед. Мордов. гос. ун-та им. Н.П. Огарёва, 2016. С. 106-111.
6. **Розенталь Н.К.** Коррозия и ремонт железобетонных конструкций // *СтройПРОФИль*. 2009. № 2. С. 22-28.
 7. **Алексеев С.Н., Розенталь Н.К.** Коррозионная стойкость железобетонных конструкций в агрессивной промышленной среде. М.: Стройиздат, 1976.
 8. **Васильев А.А.** Оценка применимости бетонов в железобетонных элементах и конструкциях для различных эксплуатационных условий // *Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт*. 2017. № 2(35). С. 133-135.
 9. **Иоскевич В.В.** Сравнение методов расчета сталежелезобетонных плит по СП 266.1325800.2016 и СП 63.13330.2012 // *Приоритетные направления развития науки и образования: монография / под общ. ред. Г.Ю. Гуляева*. Пенза, 2017. С. 197-204.
 10. **Крылов С.Б., Шарипов Р.Ш., Зенин С.А., Волков Ю.С.** Направления сближения требований основного отечественного стандарта по проектированию бетонных и железобетонных конструкций СП 63.13330.2012 с требованиями международного стандарта ИСО 19338 // *Academia. Архитектура и строительство*. 2019. № 1. С. 93-98.
 11. **Лужнов Е.А.** Сравнительный анализ полимерных кровельных материалов // *Перспективы развития науки и образования: материалы Международной (заочной) научно-практической конференции*. Нефтекамск, 2021. С. 115-125.
 12. **Степанова В.Ф., Соколова С.Е., Полушкин А.Л.** Эффективные способы вторичной защиты для повышения долговечности зданий и сооружений // *Вестник НИЦ Строительство*. 2017. № 1(12). С. 126-133.
 13. **Степанова В.Ф., Соколова С.Е., Полушкин А.Л.** Защитные лакокрасочные покрытия для бетонных и железобетонных конструкций // *Лакокрасочные материалы и их применение*. 2018. № 6. С. 30-34.
 14. **Чубинишвили А.Т.** Применение специализированных гидроизоляционных мембран в подземном строительстве // *Метро и тоннели*. 2015. № 6. С. 31-33.
 15. **Седова А.А.** Особенности применения систем гидроизоляции фундаментов, включающих мембраны // *Серия "Строительство": сборник статей магистрантов и аспирантов*. СПб.: СПбГАСУ. 2020. Т. 2, вып. 3. С. 385-398.
 16. Новости строительного комплекса // *Кровельные и изоляционные материалы*. 2018. № 6. С. 5-8.
 17. **Цыбенко А.В.** Исследование водонепроницаемости герметичных секций гидроизоляции из полимерных мембран и гидрошпонок // *Фундаменты*. 2021. № 1(3). С. 72-75.
 18. **Чубинишвили А.Т., Цыбенко А.В., Ильин Д.А.** Исследование устойчивости гидроизоляционных мембран к воздействию гидростатического давления на неровной поверхности основания // *ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси*. 2018. № 1(50). С. 68-74.

Поступила в редакцию 09.06.2022

Одобрена после рецензирования 20.06.2022

Принята к опубликованию 22.06.22



REFERENCES

1. **Klovsky, A.V. & Mareeva, O.V.** (2018) Features of objects designing of the increased level of responsibility under boundary values of seismicity of the construction site, *Prirodoobustrojstvo*, (3), pp. 63-69. DOI: 10.34677/1997-6011 (in Russian).
2. **Kirillov, A.N. & Pastukhok, S.M.** (2011) Engineering and geological conditions for the construction of foundations in the floodplain of the Veselka and Seversky Donets rivers in Belgorod, *Uspexi sovremennogo estestvoznaniya*, (11), pp. 97-98 (in Russian).
3. **Goglev, I.N.** (2021) A new promising method for detecting carbonization of reinforced concrete building structures during inspections, *Smart Composite in Construction*, 2(4), pp. 35-45. DOI: 10.52957/27821919_2021_4_35 [online]. Available at: <https://drive.google.com/file/d/1PPYDXwPdCXwJOMe5vA1h8iPcFBebZPwz/view>
4. **Rumyantseva, V.E., Goglev, I.N. & Loginova, S.A.** (2019) Application of field and laboratory methods for the determination of carbonation, chloride and sulfate corrosion in the examination of building structures of buildings and structures, *Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'*, (15), pp. 51-58 (in Russian).
5. **Rumyantseva, V.E. & Goglev, I.N.** (2016) Features of the corrosion process of concrete and reinforced concrete, complicated by the effects of chlorides and carbon dioxide, *Dolgovechnost' stroitel'nykh materialov, izdelij i konstrukcij. Materialy` Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii, posvyashchennoj pamyati zaslužhennogo deyatelya nauki Rossijskoj Federacii, akademika RAASN, doktora tekhnicheskix nauk, professora Solomatova Vasiliya Il'icha*. Saransk: Izd-vo Nacional'nyj issled. Mordov. gos. un-ta im. N.P. Ogaryova, pp. 106-111 (in Russian).
6. **Rosenthal, N.K.** (2009) Corrosion and repair of reinforced concrete structures, *StrojPROFIL'*, 2(72), pp. 22-28 (in Russian).
7. **Alekseev, S.N.** (1976) *Corrosion resistance of reinforced concrete structures in an aggressive industrial environment*. M.: Stroyizdat (in Russian).
8. **Vasilyev, A.A.** (2017) Estimation of applicability of concretes in reinforce-concrete elements and constructions for different operating terms, *Vestnik Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta transporta: nauka i transport*, 2(35), pp. 133-135 (in Russian).
9. **Ioskevich, V.V.** (2017) Comparison of methods for calculating steel-concrete slabs using SET OF RULES 266.1325800.2016 and SET OF RULES 63.13330.2012. In: G.Yu. Gulyaev (Ed.), *Science and Education*, pp. 197-204 (in Russian).
10. **Krylov, S.B., Sharipov, R.S., Zenin, S.A. & Volkov, Yu.S.** (2019) Directions of convergence of the requirements of the main domestic standard for the design of concrete and reinforced concrete structures SP 63.13330.2012 with the requirements of the International Standard ISO 19338, *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*, (1), pp. 93-98. DOI: 10.22337/2077-9038-2019-1-93-98 (in Russian).
11. **Luzhnov, E.A.** (2021) Comparative analysis of polymer roofing materials, *Perspektivy` razvitiya nauki i obrazovaniya: materialy` Mezhdunarodnoj (zaочноj) nauchno-prakticheskoy konferencii*. Neftekamsk, pp. 115-125 (in Russian).
12. **Stepanova, V.F., Sokolova, S.E. & Polushkin, A.L.** (2017) Effective means of secondary protection to improve the durability of buildings and structures, *Vestnik NIC Stroitel'stvo*, 1(12), pp. 126-133. DOI: 10.37538 (in Russian).
13. **Stepanova, V.F., Sokolova, S.E. & Polushkin, A.L.** (2018) Protective paint and varnish coatings for concrete and reinforced concrete structures, *Lakokrasochny`e materialy` i ikh primenenie*, (6), pp. 30-34 (in Russian).



14. **Chubinishvili, A.T.** (2015) Application of special polymeric waterproofing membrane for underground works, *Metro i tonneli*, (6), pp. 31-33 (in Russian).
15. **Sedova, A.A.** (2020) Features of application of waterproofing systems of foundations, including membranes, *Seriya "Stroitel'stvo": sbornik statej magistrantov i aspirantov*. SPb.: SPbGASU, 2(3), pp. 385-398 (in Russian).
16. News of the construction complex (2018), *Krovel'ny'e i izolyacionny'e materialy*, (6), pp. 5-8 (in Russian).
17. **Tsybenko, A.V.** (2021) Investigation of the waterproofness of sealed sections of waterproofing made of polymer membranes and hydraulic pads, *Fundamenty*, 1(3), pp. 72-75 (in Russian).
18. **Chubinishvili, A.T., Tsybenko, A.V. & Ilyin, D.A.** (2018) The studies of resistance of waterproofing membranes to the impact of hydrostatic pressure on rough surface, *ALITinform: Cement. Beton. Sukhi'e smesi*, 1(50), pp. 68-74 (in Russian).

Received 09.06.2022

Approved after reviewing 20.06.2022

Accepted 22.06.22